

Архитектура и разработка системы имитационного моделирования для многофакторных моделей социальной динамики

Бабкин Э. А., Козырев О. Р.

`okozyrev@hse.nnov.ru`

Нижегород, Государственный университет, Высшая школа экономики

Постановка задачи

Мы сосредоточим наши исследования на решении важной научной проблемы по разработке единой методологии создания архитектуры информационно-вычислительных средств для математического, информационного и компьютерного моделирования сложных процессов в социальной динамике с учетом влияния многих факторов внешней среды.

Для эффективного разрешения указанных проблем требуются информационно-вычислительные средства нового поколения на основе современных технологий компонентных и распределенных вычислений. При разработке систем имитационного моделирования, за исключением единичных примеров системного, концептуального подхода к построению моделей, часто выбирается традиционный путь. Знания о структуре математической модели и границах ее применимости выражаются в виде описаний на естественном языке, а также неявно содержатся в программном коде, который самостоятельно создается авторами моделей. Это приводит к ряду серьезных проблем (практически невозможно получить отчуждаемое описание семантики соответствующей математической модели; ручное кодирование моделей противоречит современным тенденциям развития программной инженерии).

Особые требования предъявляются к моделям социальной и культурной сфер. Здесь для эффективного разрешения указанных проблем требуются разработанные модели и информационно-вычислительные средства нового поколения на основе знаний [2, 3]. Они должны позволять исследователям проводить разработку и интеграцию математических моделей, независимых от особенностей программной реализации, с последующей автоматизированной генерацией кода для проведения численных экспериментов в различных системах имитационного моделирования. Необходимо наличие единого системного подхода ко всем этапам математического моделирования, что обуславливает большую актуальность разработки методологии унифицированного семантического описания содержательных моделей и алгоритмов по их преобразованию в различные формы.

Отдельные задачи абстрактного системного описания математических моделей социально-экономических систем решаются в рамках

подхода «Системный анализ развивающейся экономики», развиваемого ВЦ РАН. Однако этот подход нацелен на описание ограниченного числа типов моделей экономики, а решение по сопровождению жизненного цикла распределенных систем моделирования и автоматизированная генерация программного кода агентов для многоагентных имитационных систем там отсутствуют.

Определенной степенью близости обладает также проект AuctionBot Мичиганского университета, США, но в нем отсутствуют общие принципы описания моделей взаимодействия. В ряде международных проектов ведется работа по систематизации и предоставлению доступа к различным информационным ресурсам на основе протокола Z39.50. Наиболее известными из них являются проекты Aquarelle и AHDS.

Предполагаемые подходы

В изучении феноменов социальной динамики важную роль играют функционально-структурные модели. При этом одним из наиболее перспективных направлений считается многоаспектное математико-информационное моделирование, воплощенное в форме распределенных имитационных систем на основе парадигмы взаимодействия индивидуальных сущностей (individual-based systems). Для построения и анализа таких моделей с помощью методов имитационного моделирования требуется наличие единой информационно-вычислительной системы, предоставляющей удаленным пользователям удобный интерфейс для самостоятельного расширения возможностей взаимодействия с системой, обладающей развитыми средствами автоматизированной разработки и анализа имитационных многоаспектных моделей. Такой подход носит название генеративного описания моделей (generative models description).

Задача, которая решается в данном проекте, состоит в построении методологии моделирования и программной архитектуры распределенной информационно-вычислительной системы для генеративного описания и изучения многофакторных моделей социальной динамики. Эти функции предполагается эффективно реализовать на основе развития принципов многоагентного моделирования и средств распределенного программирования в стандарте CORBA, развивая полученные ранее результаты в области распределенных систем имитационного моделирования [2, 3].

Результатом явится достижение следующих научных целей:

- создание новой методологии построения распределенных систем имитационного моделирования на основе совместного применения CORBA и многоагентных систем;
- получение объективных критериев производительности класса подобных систем имитационного моделирования;

- разработка новых математических моделей и алгоритмов масштабируемых вычислительных экспериментов на моделях социальной динамики в локальных сетях.

Новизна решаемой задачи обусловлена отсутствием соответствующего программного и информационного обеспечения и цельной методологии проведения имитационных экспериментов в социально-экономических исследованиях. Нами развиваются методы специализации группы современных информационных технологий (CORBA и многоагентные системы) для решения специфических задач, возникающих в ходе проведения имитационных экспериментов с многофакторными функционально-структурными моделями социальной динамики. Особенность используемых подходов заключается в применении теоретических принципов декларативного унифицированного описания семантики математических моделей, а также алгоритмов интеграции и трансформации декларативных описаний моделей в набор программных агентов для «сквозной» автоматизации задач имитационного моделирования.

Важным научным вкладом предлагаемого проекта будут являться новые принципы описания структуры и поведения распределенной информационно-вычислительной системы, использующей архитектуру CORBA и технологию многоагентных вычислений, с учетом требований математико-информационного моделирования социальных систем. Эта система предположительно будет состоять из трех составных частей:

- подсистема декларативных описаний семантики математических моделей;
- подсистема сопровождения жизненного цикла;
- подсистема проведения имитационных экспериментов и справочная подсистема (Web-портал).

Для взаимодействия подсистем планируется использовать объектно-ориентированные распределенные технологии: связь с имитационным сервером реализовать с помощью технологии CORBA (TAO ORB), Web-портал является сервером приложений, построенным на принципах трехуровневой архитектуры и обеспечивающим четыре вида открытых интерфейсов для внешних пользователей и внутренних подсистем (динамический HTML, Java-апплеты, EJB, SOAP-CORBA). Банк знаний обеспечивает функции специализированного графического редактора моделей и функции по долговременному хранению описаний моделей в СУБД. Для реализации банка знаний используется язык Java и объектно-реляционная СУБД PostgreSQL. В качестве лингвистических средств в банке знаний используются известные стандарты представления знаний: XML, RDF, DAML+OIL. Будет также обеспечена возможность экспорта знаний в различном представлении (онтологии, модели) из ряда широко

распространенных инструментальных средств (в частности, из системы Protege). Для построения эффективного имитационного сервера применяется технология многоагентных распределенных систем с программной реализацией на основе расширения системы SWARM.

Таким образом, автоматизированная генерация кода по моделям будет приводить к созданию наборов автономных агентов. Их реализация будет сохраняться в информационно-логической системе для повторного использования в составе других моделей. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 07-07-00058.

Литература

- [1] *Бабкин Э. А., Козырев О. Р.* Система моделирования микроэкономических сценариев: общая концепция и принципы программной реализации // Известия АИН РФ. Сер. Прикладная математика и информатика, Т. 6. Москва, Н. Новгород, 2006. — С. 22–30.
- [2] *Бабкин Э. А., Козырев О. Р., Куркина И. В.* Принципы и алгоритмы искусственного интеллекта // Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2006. — 132 С.
- [3] *Бабкин Э. А., Козырев О. Р.* Методы представления знаний и алгоритмы поиска в задачах искусственного интеллекта. — Н. Новгород, Изд-во Талам, 2005. — 146 С.
- [4] *Babkin E. A., Kozыrev O. R., Logvinova K. V., Zubov M. L.* Ontology-based Modeling of Micro Economics Scenarios // Proceedings of BIR-2004, Shaker Verlag, 2004. — p. 33–44.